

Az öntözővíz-minőség és az NPK-műtrágyák hatása a búza tápelemfelvételére

R. LAL és P. LAL

Mezőgazdasági Kísérleti Állomás Talajtani és Agrokémiai Osztálya, Durgapura
/India/

A talajok magas só- és kicserélhető nátriumtartalma, valamint a vízhiány képezik azoknak a problémáknak egy részét, amelyekkel a Rajasthan száraz és félszáraz területein gazdálkodó famerek találkozhatnak, és amelyek gazdaságtalanná teszik termelésüket. E talajok nagyobb részét különböző mélységű kutakból öntözik. E kutakat a leesett csapadék táplálja. A víz minősége különböző, és az amerikai öntözővíz-osztályozás szerint öntözésre nem alkalmas /LAL és LAL, 1977/.

Ugyanakkor a népesség állandó növekedése miatt nehéz lenne a földeket parlagon hagyni. A korlátozott vízkészlet, valamint annak gyenge minősége, amely általános Rajasthan száraz és félszáraz vidékein, valamint a mezőgazdasági termelés növelésének szükségessége indokolja, hogy minden rendelkezésre álló vizet - még a sós vizeket is - felhasználják öntözésre.

A témát érintő korlátozott számú irodalmi forrás rámutat, hogy a sókoncentráció növekedésével általában csökken a terméshozam és a tápelemfelvétel, de egy adott sókoncentrációig a műtrágyák alkalmazásával növekszik a termés és a növény tápelemfelvétele /LAL és SINGH, 1973; SHARMA és LAL, 1975/. E kérdések további tanulmányozást igényelnek, elsősorban a tápelemek különböző kombinációinak összefüggésében.

Anyag és módszer

A kísérletben az öntözővíz-minőség és az NPK-műtrágyák hatását tanulmányoztuk a búza [*Triticum aestivum* L.] tápelemfelvételére. A szabadföldi kísérletet 1980-1981-ben és 1981-1982-ben ugyanazon a területen, azonos elrendezésben és kezelésekkel állítottuk be. Mindkét évben Kalyan Sona búzafajtát termesztettünk. A kísérleti terület talajának pH-ja 8,25; mechanikai összetétele vályogos homok, 9,8 % iszapot, 8,5 % agyagot tartalmazott, szerves széntartalma 0,22 %, elektromos vezetőképesség /EC/ értéke 0,68 dS/m /25 °C-on/, Na-adszorpciós arány /SAR/ értéke 6,78; kicserélhető Na % /ESP/ értéke 7,69 volt.

A kísérletben öt különböző minőségű öntözővizet használtunk. A kontroll öntözővíz /W₁/ jellemzői: EC = 0,9 dS/m, SAR = 3,67. A négy mesterségesen előállított öntözővízben /W₂, W₃, W₄ és W₅/ két EC-szintet /E₁: 4,0 dS/m és E₂: 8 dS/m/ és két SAR-szintet /S₁: 16 és S₂: 26/ állítottunk be. A talaj-

vizsgálati eredmények alapján a kísérletben három N-szintet alkalmaztunk / N_1 : 120, N_2 : 150 és N_3 : 180 kg N/ha/. Foszforból és káliumból két szintet állítottunk be / P_1 : 30, P_2 : 45 kg P_2O_5 /ha, ill. K_1 : 20 és K_2 : 30 kg K_2O /ha. N-műtrágyaként mész-ammonium-nitrátot alkalmaztunk, a foszfort egyszerű szuperfoszfát formájában szórtuk ki, míg a káliumot kalcium-kloridként adtuk. A hatvan kombinációs kísérletet három ismétlésben split-plot elrendezésben állítottuk be.

A termés betakarítása után a szem- és szalmatermés N-tartalmát SNELL és SNELL /1939/ módszerével, a foszfort RICHARDS /1954/ szerint, a káliumot CHENG és BRAY /1951/ módszerével, míg a nátriumot és a káliumot lángfotométerrel határoztuk meg. A búza tápelemfelvételére vonatkozó adatokat variancia-analízissal értékeltük.

A kísérleti eredmények

Az öntözővíz-minőség, az öntözővíz EC- és SAR-értékeinek és a különböző N-, P- és K-szintek hatását a búzanövény N-, P-, K-, Ca- és Na-felvételére az 1. táblázatban mutatjuk be. A W_4 és W_5 öntözővíz felhasználása esetén a növény összes N-felvétele mindkét évben szignifikánsan csökkent a kontrollhoz / W_1 / viszonyítva. Az öntözés hatására a kontrollhoz viszonyítva csökkent a növény P- és K-felvétele, míg a Na-felvétel nőtt. Az öntözővíz hatása a növény Ca-felvételére mindkét évben a következőképpen alakult: $W_5 < W_3 < W_4 < W_1 < W_2$.

Az öntözővíz EC- és SAR-értékeinek növelésével a növény N-, P-, K- és Ca-felvétele csökkent, míg a Na-felvétel nőtt. Az öntözővíz sótartalmának és lúgosságának növekedésével a szem és szalma N- és Na-tartalmában növekedés, míg a P- és K-tartalomban csökkenés mutatkozott. A Ca-tartalom a sókoncentráció növekedésével növekvő tendenciát mutatott /2. táblázat/.

A különböző minőségű öntözővíz és a N-szintek közötti kölcsönhatást /WN/ a növény N-, P- és Na-felvételére 1980-1981-ben a 3. táblázat adatai szemléltetik. Az adatokból kitűnik, hogy valamennyi öntözés esetében a N-adag növelésével a növény N- és P-felvétele szignifikánsan nőtt, míg a Na-felvétel csökkent, bár a Na-felvételnél ez a csökkenés csak N_2 - N_3 között a W_4 kezelésben volt megbízható. A különböző minőségű öntözővíz hatására az N-szinteken a növény N- és P-felvétele csökkent, míg a Na-felvétele csak néhány esetben növekedett jelentősen.

Nagy sótartalom mellett a növény szöveteiben a N-tartalom növekedése a növény különböző szerveiben fehérje-akkumulációhoz vezethet /STROGOV és OKNINA, 1961/. SHARMA és IAL /1975/, valamint CHHIPA és IAL /1978/ ugyan-csak rámutattak, hogy a fejlődésben visszamaradt növények %-os N-tartalma magasabb, mint a jól fejletteké. Az öntözővíz sótartalmának és lúgosságának növekedésével a P-tartalom és a P-felvétel csökkenésének oka talán az, hogy magas sótartalmú öntözővizek alkalmazása során a talajoldat anion-koncentrációja megnő és ezek az anionok a foszforral a gyökér felületén az adszorpciós helyekért versengenek. A magasabb SAR-értékekkel rendelkező öntözővíz felhasználása során a talaj pH-értéke nőtt és a talajban lévő foszfor felvehetősége a magasabb pH-értékeknél csökkent. A növény K-tartalma csökkent a talajoldatban lévő Na-koncentráció növekedésével, mivel a magasabb EC- és SAR-értékekkel jellemző öntözővíz felhasználása során a nátrium a káliummal verseng az adszorpciós helyekért. A nátrium és kálium közötti viszony HEIMAN /1958/ hipotézisével magyarázható, aki azon a nézőponton volt, hogy a nátrium és kálium közötti összefüggés lehet szinergikus vagy antagonisztikus a két ion közötti aránytól függően. Magas sótartalom mellett az antagonizmus az uralkodó. Az öntözővíz SAR-értékeknek növekedésével a szem és a szalma Ca-tartalma csökken. Ez annak tudható, hogy a Na-koncentráció növekedése mind a

1. táblázat

A különböző minőségű öntözővizek, eltérő EC- és SAR-szintek és a különböző N- P- és K-szintek átlaghatása a búza N-, P-, K-, Ca- és Na-felvételére, /kg/ha/

/1/ /Keze- lések/	/2/ Búza tápelemfelvétele									
	N		P		K		Ca		Na	
	1980- 1981	1981- 1982	1980- 1981	1981- 1982	1980- 1981	1981- 1982	1980- 1981	1981- 1982	1980- 1981	1981- 1982
W ₁	144	139	32	32	141	142	15	15	46	46
W ₂	140	137	30	30	131	136	15	15	52	52
W ₃	136	134	27	27	122	126	14	14	55	55
W ₄	131	128	23	23	109	115	15	15	56	55
W ₅	121	119	20	20	100	104	13	13	58	56
a/ SzD _{5%}	9,2	7,8	1,3	1,4	6,8	8,2	1,1	0,6	2,4	2,7
E ₁	138	135	28	29	127	131	14	15	53	53
E ₂	127	124	21	21	104	109	14	14	57	55
a/ SzD _{5%}	6,5	5,5	0,9	1,0	4,8	5,8	N.S.	0,4	1,7	1,9
S ₁	135	132	27	26	120	125	15	15	54	53
S ₂	130	127	23	23	111	115	13	13	56	55
a/ SzD _{5%}	N.S.	5,5	0,9	1,0	4,8	5,8	0,8	0,5	1,7	1,9
N ₁	121	121	24	24	116	121	13	13	54	53
N ₂	138	133	27	27	122	126	14	14	53	53
N ₃	145	139	28	28	124	127	15	15	52	52
a/ SzD _{5%}	1,4	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,1	0,2	0,7	0,6
P ₁	133	131	25	25	119	123	14	14	54	53
P ₂	137	132	28	28	123	126	15	15	53	52
a/ SzD _{5%}	1,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,9	0,1	0,1	0,5	0,5
K ₁	134	130	26	26	117	122	14	14	54	53
K ₂	136	132	27	27	124	127	14	15	53	52
a/ SzD _{5%}	1,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,9	0,1	0,1	0,5	0,5

talajoldatban, mind az adszorpciós komplexumban a Ca adszorpcióját csökkentette. CHHIPA és LAL /1978/ szintén megfigyelték, hogy az öntözővíz SAR-, illetve a talaj ESP-értékének növelésével csökken a Ca-tartalom. Az öntözővíz EC- és SAR-értékének növelésével nő a szem és szalma Na-tartalma, ugyanígy nő a Na-koncentráció, a talajoldatban lévő részaránya, amely a növények megnövekedett Na-felvételét eredményezte. MALI és munkatársai /1982/ szin-

2. táblázat

A különböző minőségű öntözővizek, eltérő EC és SAR értékek és a különböző N-, P- és K-szintek átlaghatása a búza N-, P-, K-, Ca- és Na-tartalmára, %/

/1/ Kezelés	/2/ N-tartalom				/5/ P-tartalom			
	1980-81		1981-82		1980-81		1981-82	
	/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/
	Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma
W ₁	2,44	0,58	2,45	0,55	0,526	0,139	0,536	0,141
W ₂	2,45	0,62	2,45	0,57	0,516	0,138	0,522	0,136
W ₃	2,47	0,66	2,48	0,60	0,500	0,122	0,492	0,121
W ₄	2,51	0,71	2,52	0,62	0,480	0,106	0,456	0,102
W ₅	2,53	0,75	2,53	0,65	0,459	0,094	0,428	0,099
E ₁	2,46	0,64	2,47	0,58	0,508	0,130	0,507	0,129
E ₂	2,52	0,73	2,53	0,61	0,469	0,100	0,442	0,101
S ₁	2,48	0,67	2,49	0,59	0,498	0,122	0,489	0,119
S ₂	2,50	0,70	2,51	0,62	0,479	0,108	0,460	0,110
N ₁	2,45	0,62	2,46	0,58	0,489	0,113	0,480	0,113
N ₂	2,48	0,67	2,49	0,60	0,497	0,120	0,488	0,121
N ₃	2,51	0,70	2,51	0,62	0,502	0,127	0,493	0,125
P ₁	2,49	0,67	2,49	0,60	0,486	0,108	0,476	0,109
P ₂	2,47	0,66	2,48	0,59	0,506	0,131	0,498	0,131
K ₁	2,48	0,67	2,49	0,60	0,494	0,118	0,485	0,118
K ₂	2,48	0,66	2,48	0,60	0,498	0,122	0,489	0,122

/6/ K-tartalom				/7/ Ca-tartalom				/8/ Na-tartalom			
1980-81		1981-82		1980-81		1981-82		1980-81		1981-82	
/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/	/3/	/4/
Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma	Szem	Szalma
0,51	1,53	0,53	1,57	0,039	0,167	0,037	0,169	0,095	0,537	0,104	0,547
0,49	1,51	0,52	1,56	0,046	0,176	0,048	0,180	0,156	0,617	0,137	0,627
0,47	1,48	0,50	1,53	0,042	0,171	0,042	0,173	0,164	0,689	0,147	0,698
0,45	1,41	0,46	1,49	0,056	0,190	0,059	0,192	0,167	0,764	0,156	0,769
0,43	1,39	0,43	1,46	0,050	0,182	0,053	0,185	0,173	0,841	0,159	0,797
0,48	1,49	0,51	1,54	0,044	0,174	0,045	0,177	0,160	0,653	0,142	0,663
0,44	1,40	0,44	1,48	0,053	0,186	0,056	0,188	0,170	0,802	0,158	0,783
0,47	1,46	0,49	1,53	0,051	0,183	0,054	0,186	0,161	0,690	0,147	0,698
0,45	1,43	0,46	1,49	0,046	0,176	0,048	0,178	0,168	0,765	0,153	0,748
0,49	1,48	0,50	1,54	0,042	0,172	0,044	0,175	0,160	0,728	0,146	0,729
0,47	1,46	0,48	1,52	0,047	0,177	0,048	0,180	0,151	0,688	0,141	0,689
0,46	1,45	0,47	1,50	0,050	0,181	0,052	0,185	0,142	0,653	0,135	0,645
0,47	1,46	0,48	1,51	0,043	0,173	0,046	0,178	0,154	0,701	0,142	0,702
0,48	1,47	0,49	1,53	0,049	0,181	0,050	0,182	0,147	0,678	0,139	0,673
0,45	1,44	0,47	1,50	0,045	0,176	0,046	0,178	0,152	0,700	0,142	0,700
0,49	1,48	0,50	1,54	0,047	0,178	0,049	0,182	0,149	0,679	0,139	0,676

tén megfigyelték, hogy sós vagy szódás öntözővíz felhasználása során a búza-növények Na-tartalma többszörösére növekszik.

Általában megállapítható, hogy a N-, P- és K-szint növelésével a szem- és szalmatermés N-, P-, K- és Ca-tartalma és a felvett mennyiség mindkét évben nőtt, míg a Na-tartalom és a Na-hozam csökkent. A szem és szalma N-tar-

3. táblázat

A különböző minőségű öntözővizek és N-szintek együttes hatása a buza N-, P- és Na-felvételére 1980-81-ben /kg/ha/

/1/ öntöző- viz	/2/ N-felvétel			/3/ P-felvétel			/4/ Na-felvétel		
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃
W ₁	130	146	155	30	32	34	46	46	45
W ₂	128	143	149	28	31	32	53	52	51
W ₃	120	141	147	24	28	29	56	55	53
W ₄	116	135	141	20	24	25	57	57	55
W ₅	112	126	131	18	20	22	58	58	57
a/ SzD _{5%} I.	3,2			0,5			1,5		
b/ SzD _{5%} II.	9,6			1,0			2,7		

talma a N-szint emelésével nőtt, mivel a talajoldatban lévő nitrogén felvehetősége növekedett. Szódás öntözővíz felhasználása során, mint NITANT és CHHILLAR /1983/ is megállapították, a N-műtrágyák mennyiségének növelésével a növények N-tartalma növekszik.

A szem és szalma P-tartalma és felvett P-mennyisége, illetve Ca-tartalma és Ca-hozama a N-, P- és K-adag emelésével nőtt. Ez annak tudható be, hogy a nitrogén hatására az erőteljesen kifejlődött növény gyökerei több széndioxidot választanak ki, amely viszont a talaj pH-jára és P-, ill. Ca-felvehetőségére hat.

A szem és szalma K-tartalma a N-adag növelésével kismértékben csökkenő tendenciát mutat, amely az erőteljes növekedési stádiumban a hígulási hatásnak tulajdonítható.

A növény Na-tartalma és a felvett nátrium mennyisége csökkent a nagyobb N-, P- és K-adagok esetében. Ugyanis a növény a sejtnedv kation és anion egyensúlyának megőrzése érdekében először az olyan elemeket veszi fel, mint a nitrogén, foszfor, kálium és kalcium és csak azután a nátriumot. HEIMAN /1959/ a K-műtrágyázás jelentőségére utalva rámutatott, hogy a káliumnak a növény felesleges Na-felvételének korlátozásában van jelentős szerepe.

Összefoglalás

1980-1981-ben és 1981-1982-ben szabadföldi kísérletet végeztünk öt különböző minőségű öntözővízzel, és pedig: W₁: EC 0,90 dS/m, SAR 3,67; W₂: EC 4,0 dS/m, SAR 16; W₃: EC 4,00 dS/m, SAR 26; W₄: EC 8,00 dS/m, SAR 16; W₅: EC 8,00 dS/m és SAR 26. A kísérletben három N-szintet /120, 150 és 180 kg N/ha/, két foszfor- /30 és 45 kg P₂O₅/ha/ és két káliumszintet /20 és 30 kg K₂O/ha/ alkalmaztunk. A kísérletet ugyanazon a vályogos homokon, hasonló elrendezésben állítottuk be mindkét évben. A kísérletben vizsgáltuk a rossz minőségű öntözővizek és a N-, P- és K-műtrágyák hatását a búza tápelemfelvételére. Mindkét évben Kalyan Sona búzafajtát vetettünk.

Az öntözővíz EC- és SAR-értékeinek növekedésével a növény N-, P-, K- és Ca-felvétele csökkent, míg a Na-felvétel nőtt. A N-, P- és K-szint emelésével a növény N-, P-, K- és Ca-felvétele nőtt, míg a felvett nátrium mennyisége csökkent.

Irodalom

- CHENG, K. C. and BRAY, R. H., 1951. Determination of calcium and magnesium in plant materials and soils. *Soil Sci.* 72. 449-458.
- CHHIPA, B. R. and LAL, P., 1978. Effect of presoaking of seeds with salt and hormone solutions and different quality of waters on wheat. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 26. /4/ 390-396.
- HEIMAN, H., 1958. Irrigation with saline water and the ionic environment. Potassium Symp. 4th Congress of International Potash Institute, Madrid. 173-220.
- HEIMAN, H., 1959. The irrigation with saline water and the balance of the ionic environment. *Potash Review*. July, Subj. 24. 10th Suite.
- LAL, P. and LAL, F., 1972. Water quality and its effect on the properties of light textured soils. *Ann. Arid Zone*. 16. /2/ 213-220.
- LAL, P. and SINGH, K. S., 1973. Effect of qualities of irrigation water and fertilizers on soil properties, yield and nutrient uptake by wheat. *Indian J. Agric. Sci.* 43. /4/ 392-400.
- MALI, G. C. et al., 1982. Effect of Ca/Mg ratio of irrigation water on wheat grown in a loamy sand soil. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 30. /3/ 418-420.
- NITANT, H. C. and CHILLAR, R. K., 1983. Effect of sodicity and fertilizer nitrogen on N-uptake, N-availability and crop yield. *Z. Acker- und Pflanzenbau*. 152. /4/ 245-251.
- RICHARDS, L. A. /Ed./, 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA Handbook No. 60. USDA. Washington, D. C.
- SHARMA, G. and LAL, P., 1975. Effect of nitrogen levels and leaching regimes on the use of saline water for wheat crop grown on sandy and clay loam soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 23. /3/ 302-309.
- SNELL, F. B. and SNELL, C. T., 1939. *Colorimetric methods of analysis*. ILLA. D. van Nostrand Co. Inc., 1961.
- STROGONOV, B. P. and OKNINA, E. Z., 1961. Study on the dormancy of plants under condition of irrigations with salt solutions. *Fiziol. Rast.* 8. 79-85.

Érkezett: 1988. június 30.

Effect of Qualities of Irrigation Water and NPK Fertilizers on Nutrient Uptake by Wheat

R. LAL and P. LAL

Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Agricultural Research
Station, Durgapura /INDIA/

Summary

A field experiment was conducted for two years with five qualities of irrigation water: W_1 : EC 0.90 ds/m and SAR 3.67; W_2 : EC 4.00 ds/m and SAR 16; W_3 : EC 4.00 ds/m and SAR 26; W_4 : EC 8.00 ds/m and SAR 16; W_5 : EC 8.00 ds/m and SAR 26; three levels of nitrogen /120, 150 and 180 kg N/ha/; two levels of phosphorus /30 and 45 kg P_2O_5 /ha/ and two levels of potassium /20 and 30 kg K_2O /ha/ on the same loamy sand soil with similar layout to determine the effect of poor quality of irrigation waters and NPK fertilizers on nutrient uptake by wheat. In both years Kalyan Sona variety was grown. The soil was loamy sand in texture having 9.8% silt, 8.5% clay, pH 8.25, organic carbon content 0.22 %, EC 0.68 dS/m at 25 °C, SAR 6.78, ESP 7.69. The N, P and K was supplied through calcium ammonium nitrate, single super phosphate and muriate of potash, respectively. The above sixty treatment combinations had three replications in split-plot design. After harvest the grain and straw samples were analysed for nitrogen by the method of SNELL and SNELL /1939/, phosphorus by the method of RICHARDS /1954/, calcium by the method of CHENG and BRAY /1951/ and sodium and potassium by flame photometer. The data for uptake of each nutrient by wheat were statistically analysed according to the analysis of variance.

The following conclusions can be drawn from the experimental results:

The uptake of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium decreased while that of sodium increased with an increase in EC and SAR of irrigation water. The uptake of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium increased while that of sodium decreased with an increase in the level of nitrogen, phosphorus and potassium.

Table 1. Average effect of different qualities of irrigation water, EC of irrigation water, SAR of irrigation water and different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and sodium uptake /kg/ha/ by wheat. /1/ Treatments. a/ C.D. at 5% /2/ Uptake by wheat.

Table 2. Average effect of different qualities of irrigation water, EC and SAR of irrigation water and different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and sodium content in the grain and straw of wheat %/. /1/ Treatments. /2/ N content. /3/ Grain. /4/ Straw. /5/ P content. /6/ K content. /7/ Ca content. /8/ Na content.

Table 3. Combined effect of different qualities of irrigation water and nitrogen levels /WN/ on nitrogen, phosphorus and sodium uptake by wheat during 1980-1981 /kg/ha/. /1/ Irrigation waters. a/ C. D. at 5%. /2/ Nitrogen uptake. /3/ Phosphorus uptake. /4/ Sodium uptake.